

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## SOUSTRUŽENÍ A FRÉZOVÁNÍ V SOFTWARE EDGECAM

TURNING AND MILLING IN EDGECAM SOFTWARE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN BOŘECKÝ

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MARTIN MADAJ

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/09

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Bořecký Jan

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Soustružení a frézování v softwaru EdgeCAM**

v anglickém jazyce:

### **Turning and Milling in EdgeCAM Software**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Nasazení a použití CAM softwaru ve výrobním průmyslu je v dnešní době v některých případech naprosto nezbytné. V opačném případě by byla výroba zejména tvarově složitých součástí velmi obtížná, ne-li nemožná. Cestou k úspěšnému zvládnutí daného CAM softwaru jsou znalosti z technologie obrábění, počítačová gramotnost a vhodně podané informace o základech práce v konkrétní CAM aplikaci. Právě tyto informace však nejsou vždy snadno dostupné, popř. nejsou dostatečně srozumitelné. Cílem této bakalářské práce je seznámit potenciálního uživatele se základními principy práce v programu EdgeCAM pomocí vzorových příkladů týkajících se soustružení a frézování.

Cíle bakalářské práce:

Přehledné a srozumitelné zdokumentování tvorby obráběcích operací pro soustružení a frézování součástí v následujících přibližných krocích:

- představení programu EdgeCAM a seznámení s jeho možnostmi,
- popis uživatelského prostředí a ovládání aplikace,
- vzorový postup vytvoření obráběcích operací pro soustružení součástí,
- vzorový postup vytvoření obráběcích operací pro frézování součástí,
- simulace obrábění, (generování NC kódu).

Seznam odborné literatury:

Planit Software Limited, EdgeCAM User Guide. [CD], 1988 – 2008.

Planit Software Limited, EdgeCAM Tutorials. [CD], 2008.

ŘEZNÍČEK, Ladislav, FINK, Milan. EdgeCAM : základy programování CNC obráběcích strojů a sbírka řešených příkladů [online]. říjen 2005, Poslední změna: Středa 28.12.2005 08:35 [cit. 2008-11-19]. Dostupný z WWW:

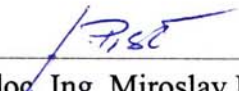
<[http://www.spstrutnov.cz/o-skole/projekty/programovani-cnc-edgcam/edgcam.pdf/at\\_download/file](http://www.spstrutnov.cz/o-skole/projekty/programovani-cnc-edgcam/edgcam.pdf/at_download/file)>.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Madaj

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 23.11.2008

L.S.

  
doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

  
  
doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty



**ABSTRAKT**

Bakalářská práce řeší problematiku obrábění v CAD/CAM softwaru Edgecam. Zaměřuje se na vypracování vzorového postupu pro soustružení a frézování součástí.

**Klíčová slova**

Soustružení, frézování, CAD/CAM, CNC, Edgecam

**ABSTRACT**

Bachelor's thesis deals with working in CAD / CAM Edgecam software. It aims to develop a model process for turning and milling parts.

**Key words**

Turning, milling, CAD/CAM, CNC, Edgecam

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

BOŘECKÝ, J. *Soustružení a frézování v softwaru EdgeCAM*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 31 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Madaj.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Soustružení a frézování v softwaru Edgecam vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

1.4.2009

.....  
Jan Bořecký

**Poděkování**

Děkuji tímto panu Ing. Martinovi Madajovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

Abstrakt.....	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Obsah.....	6
Úvod .....	7
1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU EDGECAM.....	8
2 POPIS UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ A OVLÁDÁNÍ APLIKACE .....	9
2.1 Spouštění programu .....	9
2.2 Uživatelské prostředí .....	9
2.3 Nastavení aplikace .....	10
2.4 Ovládání aplikace .....	10
3 SOUSTRUŽENÍ .....	11
3.1 Návrh součásti.....	11
3.2 Import modelu.....	11
3.3 Zavedení obráběcího postupu .....	13
3.4 Obrábění čelní plochy .....	13
3.5 Obrábění profilu součásti.....	14
3.6 Výroba závitů .....	16
3.7 Upichování .....	17
3.8 Simulace obrábění .....	18
3.9 Generování NC kódu.....	19
4 FRÉZOVÁNÍ .....	20
4.1 Návrh součásti.....	20
4.2 Polotovár .....	20
4.3 Polohování součásti .....	21
4.4 Rozpoznání útvarů pro obrábění .....	21
4.5 Frézování čelní plochy .....	22
4.6 Hrubování .....	24
4.7 Profilování .....	25
4.8 Vrtání děr.....	26
4.9 Simulace obrábění .....	27
4.10 Generování NC kódu .....	27
Závěr .....	28
Seznam použitých zdrojů .....	29



## ÚVOD

Problematika CNC obrábění a s ním spojená práce v CAD/CAM systémech je v dnešní době téměř nenahraditelnou součástí výroby v celém strojírenském odvětví. Práce v každém CAD/CAM systému přináší vysoké nároky jak na výpočetní techniku, tak na pracovníky, tak i v neposlední řadě na stroje. Výsledkem těchto vysokých vstupních nákladů je však vysoká efektivita práce a vysoká přesnost výrobků, které by v některých případech ani nebylo možné jinak vyrobit.

Jedním ze zástupců CAD/CAM aplikací je software Edgecam.

## 1 PŘEDSTAVENÍ PROGRAMU EDGECAM

Edgecam je CAM systém od společnosti Planit Software Limited, který v České republice a na Slovensku nabízí společnost Nexnet, a.s.. Dříve tento software vyvíjela anglická společnost Pathtrace Engineering Systems a v ČR a SR distribuovala společnost Sonetech (do konce roku 2007).

Tento software podporuje jak programování obráběcích operací pro soustružení, frézování tak i pro řezání drátem. Frézování zvládá ve 2 až 5 osách. Kromě obrábění umožňuje i přímo modelovat součásti. V režimu Design je to 2D geometrie a plochy a v Edgecam Part Modeláři, dodávaném společně s Edgecam, je to i 3D geometrie. Za zmínku stojí také například propojení se softwarem Autodesk Inventor a tím i import objemových těles ve formátu \*.ipt a \*.iam. Samozřejmostí je načítání různých formátů se 2D i 3D geometrií.

Zároveň s Edgecam jsou dodávány také aplikace Manažer zakázek, Asistent technologie, Správce zásobníku nástrojů, atd.

Nejnovější verze, která je v dnešní době nabízena, je Edgecam 2009 R1. Doporučené požadavky uváděné výrobcem (lze provozovat i na slabším stroji):

- operační systém Windows XP nebo Windows Vista
- 32 nebo 64bitový procesor Intel Pentium 4 nebo ekvivalentní (jako např. AMD Athlon), ve verzi jednoprocessorové, dvouprocessorové či čtyřprocessorové.
- 1 GB RAM
- 10 GB volného prostoru pro instalaci Edgecam
- grafickou kartu podporující rozlišení 1280 x 1024 ve vysokých barvách a 64Mb paměť
- Pro více informací o nejaktuálnějších doporučených grafických karetách naleznete na stránkách Edgecam v odkaze Support - Graphic Cards
- 17" barevný monitor (s rozlišením 1280 x 1024)
- myš s rolovacím kolečkem (Intellimouse)
- SpaceMouse/SpaceBall (volitelné)
- Síťová karta
- Internet Explorer 6 nebo vyšší
- USB port pro hardwarový klíč (pokud není použita síťová licence Sentinel RMS)
- Instalátor Edgecam nainstaluje následující položky, pokud v systému chybí:
  - NET Framework verze 1.1 a .NET Framework verze 2.0
  - Microsoft SQL Server Express (pro Zásobník nástrojů Edgecam).

## 2 POPIS UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ A OVLÁDÁNÍ APLIKACE

V této kapitole je uvedeno základní ovládání aplikace, aby bylo možno bez problémů pokračovat na jednotlivých obráběcích postupech.

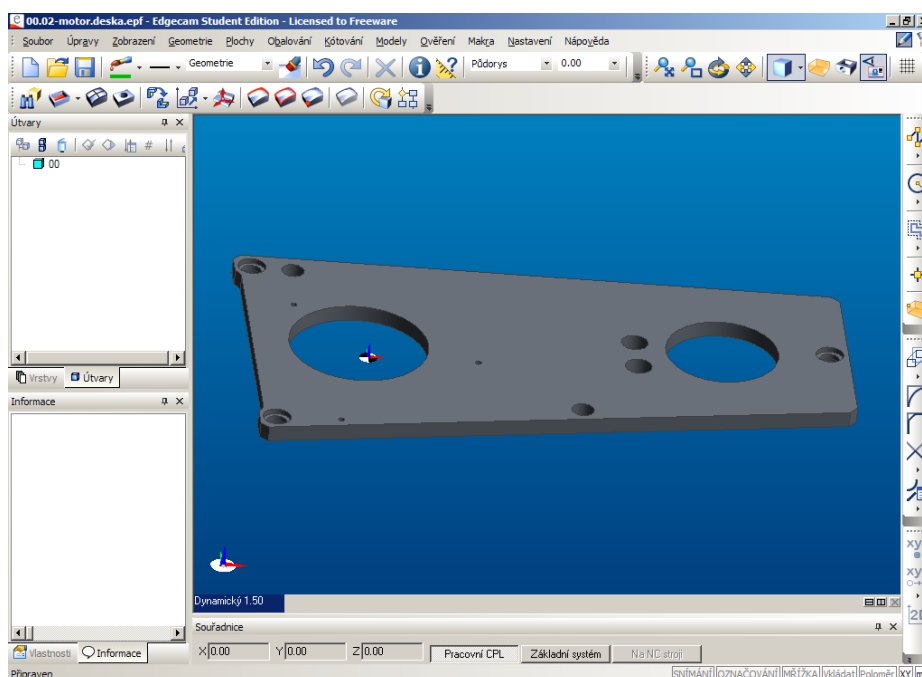
### 2.1 Spouštění programu

Program se dá spustit přes klasického zástupce na ploše a v nabídce Start nebo přes speciální tlačítko přímo v Autodesk Inventor. Viz obr. 2.1.



Obr. 2.1 Možnosti spuštění Edgecam

Při spuštění programu se objeví upozornění, že nemáme licenční klíč a jedná se o studijní verzi. Po odsouhlasení se objeví okno aplikace. (obr. 2.2).



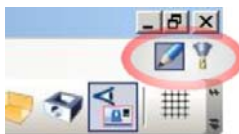
Obr. 2.2 Okno aplikace Edgecam

### 2.2 Uživatelské prostředí

V následujících řádcích bude ukázáno, co je po spuštění aplikace důležité a nezbytné pro další práci.

Edgecam obsahuje dva základní režimy a to Design a Technologie. Po spuštění programu se automaticky zapne režim Design, který slouží pro návrh geometrie, popř. úpravu importované geometrie, k rozpoznání útvarů pro obrábění, polotovary, materiál a na ostatní činnosti související s přípravou geometrie pro obrábění. Režim Technologie potom slouží k operacím

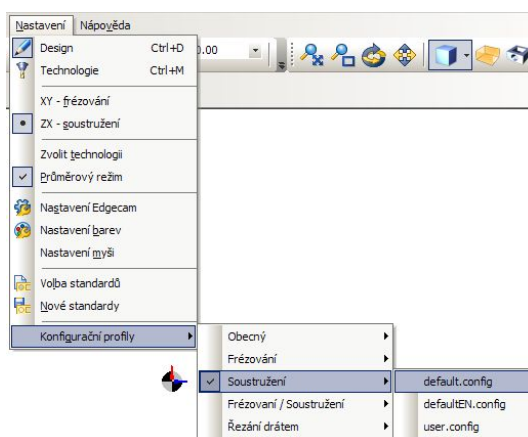
sloužícím k samotnému obrábění. Pro přepínání mezi jednotlivými režimy slouží dvě malá tlačítka nacházející se pravém horním rohu okna aplikace. Tlačítko s obrázkem tužky (též Ctrl+D) je *Design*. Druhé tlačítko (Ctrl+M) je režim *Technologie* (obr. 2.3). Toto přepínání lze provádět i přes nabídku *Nastavení*.



Obr. 2.3 Přepínání mezi režimy

## 2.3 Nastavení aplikace

Nezbytné nastavení pro další práci je volba pracovního režimu. Nachází se v nabídce *Nastavení/XY - frézování* a *Nastavení/ZX - soustružení*. Také je nutno zkontrolovat, jestli je provedena volba profilu soustružení nebo frézování. Při instalaci aplikace byl nějaký profil zvolen, v našem případě frézování. Proto je potřeba vybrat soustružení. Tyto volby jsou v nabídce *Nastavení* (obr. 2.4). Globální nastavení, které se aktivuje už při spuštění aplikace je v *Nastavení/Volba standardů*. Další důležité nastavení programu je pod položkou *Nastavení Edgecam*.



Obr. 2.4 Volba profilu

## 2.4 Ovládání aplikace

Co se týče zvětšování, zmenšování, posouvání a otáčení pohledu, tak to se provádí kromě klasického způsobu přes ikony také pomocí myši. Zvětšování a zmenšování pomocí rolovacího kolečka, posouvání zmáčknutím tohoto kolečka a současným posouváním myši a otáčení zmáčknutím pravého tlačítka a posouváním myši. Přepínání pohledů se nachází vlevo dole v okně. Stačí klepnout pravým tlačítkem na název aktuálního pohledu a objeví se nabídka: Osový ZX, Reverzní ZX, Radiální ZY, Axiální XY, Isometrie a další nastavení.

Ostatní ovládání Edgecam je principiálně stejné, jako v jiných aplikacích běžících pod Windows.

### 3 SOUSTRUŽENÍ

Tato kapitola se zabývá podrobným popisem základních operací pro soustružení solid modelu vytvořeného v programu Autodesk Inventor. Solid model je objemové těleso vytvořené v tomto případě rotací profilu kolem osy.

#### 3.1 Návrh součásti

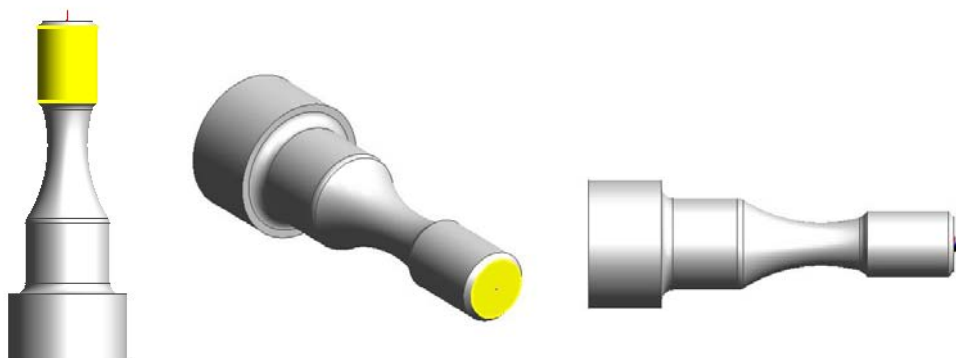
Součást byla zvolena tak, aby bylo možno jednoduše popsat základní operace, jako soustružení čelí plochy, válcové plochy, výrobu závitů a upíchnutí součástky. Viz Obr. 3.1.



Obr. 3.1 Návrh součásti

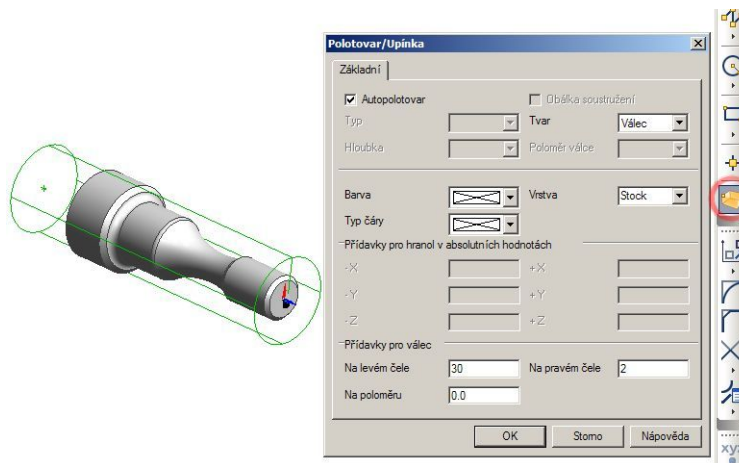
#### 3.2 Import modelu

Součást je možno vložit přes nabídku *Soubor/Otevřít*. V této nabídce je potřeba poklepat na soubor ve formátu \*.ipt, což je součást z programu Autodesk Inventor. Po otevření je nutno provést v nabídce *Nastavení* volbu profilu soustružení podle kapitoly 2, Obr. 2.4 *Volba profilu* a následně *Polohovat pro soustružení* (Obr. 3.2), kde stačí klepnout na příslušnou ikonu a pak už jen poklepat na libovolnou válcovou plochu a součást se otočí do správné polohy pro soustružení. Poté je potřeba ještě vybrat čelní plochu, na které se bude nacházet počátek souřadného systému a potvrdit pravým tlačítkem myši.



Obr. 3.2 Polohování pro soustružení

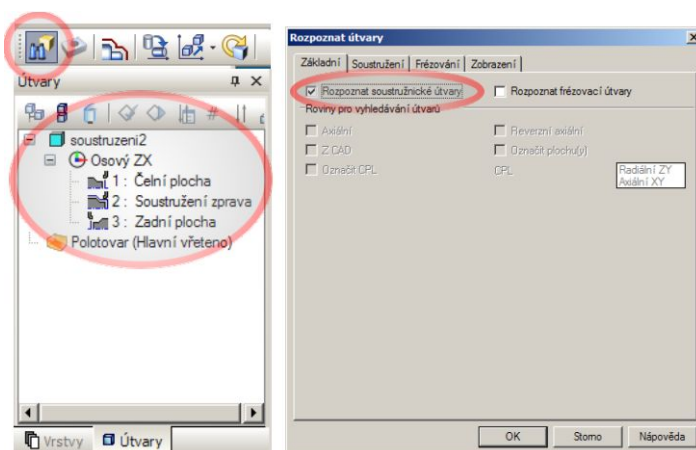
Následně je možno vytvořit polotovár klepnutím na příslušnou ikonu (Obr. 3.3). V našem případě je potřeba v následující tabulce vybrat *Autopolotovár* a *Tvar Válec*.



Obr. 3.3 Polotovár pro soustružení

Poté je potřeba vybrat materiál, ke kterému se budou automaticky počítat řezné podmínky. Tato volba je v nabídce *Nastavení/Zvolit technologii*. Zde je nutno klepnout na *Vyhledat* a na záložce *Steels* vybrat materiál *Steel -150 HB*.

Dále je třeba rozpoznat útvary pro soustružení přes příslušnou ikonu (Obr. 3.4). Na kartě *Základní* je nutno zatrhnout *Rozpoznat soustružnické útvary* a potvrdit OK. Edgcam rozpoznal čelní plochu, profil a zadní plochu. V případě, že je nějaká plocha nepotřebná, je možné ji smazat, případně ručně nadefinovat novou přes položku *Soustružnický útvar*. Rozpoznané útvary se na součásti zobrazí šedou čarou, která při výběru zezelená a je dobře vidět.



Obr. 3.4 Rozpoznat útvary

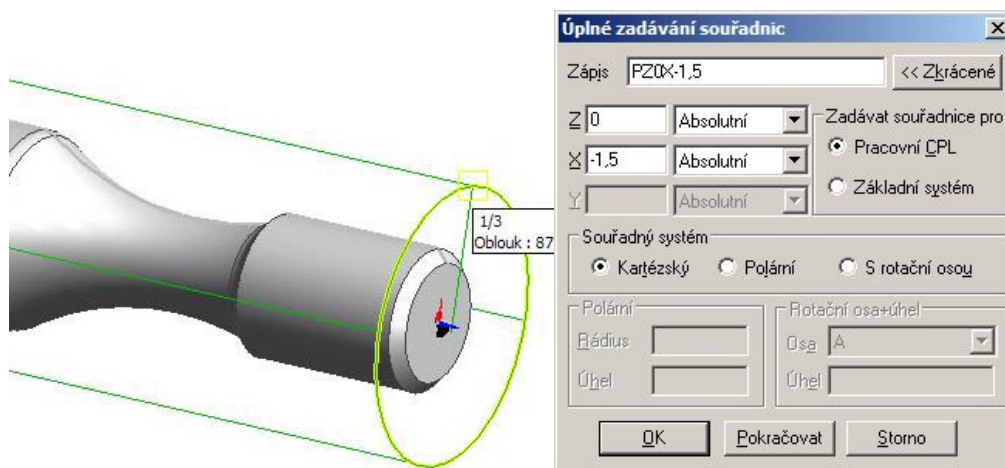
### 3.3 Zavedení obráběcího postupu

V této fázi je možno přejít do režimu Technologie podle postupu z kapitoly 2 (Obr. 2.3). Následovně bude vyvolána nabídka *Zavedení obráběcího postupu* (Obr. 3.5). Do pole *Název postupu* je nutno vyplnit libovolný název, v našem případě soustružení. Dále zde lze vybrat postprocesor. Ostatní nabídky zůstanou v tomto případě beze změny. Potvrzení tlačítkem OK.

Obr. 3.5 Zavedení obráběcího postupu

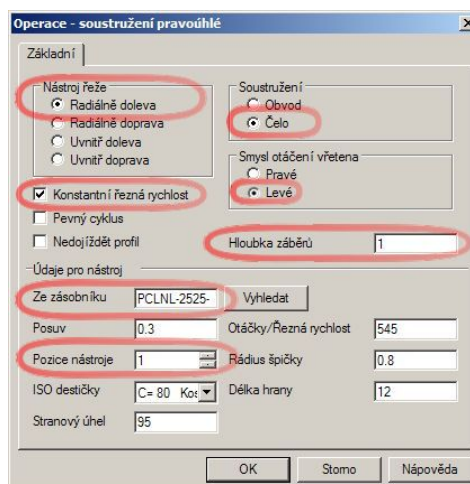
### 3.4 Obrábění čelní plochy

Obrábění čelní plochy je v nabídce *Operace* nebo na příslušném panelu pod položkou *Soustružení pravoúhlé*. Edgecam se zeptá na výběr počátečního bodu. Ten je vybrán 2 mm nad prvním místem dotyku nástroje s polotovarem (Obr. 3.6). Pro zadání souřadnic je možno nabídku vyvolat klávesami X, Y nebo Z a pak už stačí zadat hodnoty do políček Z a X. Koncový bod je nutno zadat ručně. Po potvrzení tlačítkem OK se otevře okno *Operace - soustružení pravoúhlé*.



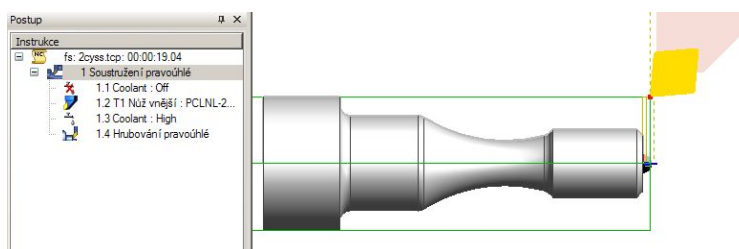
Obr. 3.6 Počáteční a koncový bod

V tomto okně se vyplní položky podle obrázku 3.7. Výběr nástroje ze zásobníku se provede pomocí tlačítka *Vyhledat*. Vybrán bude například nůž PCLNL-2525-M12 0.8 General Turn GC4015. Po výběru nože se automaticky dosadí řezné podmínky.



Obr. 3.7 Parametry čelního soustružení

Po potvrzení tlačítkem *OK* budou automaticky vygenerovány dráhy a zobrazí se i se zvoleným nástrojem. Viz Obr. 3.8.

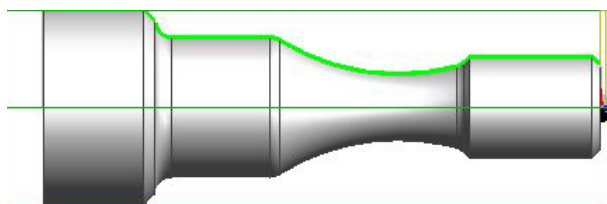


Obr. 3.8 Vyobrazení operace soustružení čelní plochy

### 3.5 Obrábění profilu součásti

V této fázi byla provedena změna geometrie v aplikaci Autodesk Inventor o jedno sražení hrany. Edgecam se dotáže, jestli má zavést tento změněný soubor. Pro potvrzení lze použít tlačítko *Ano*. Poté Edgecam zaktualizuje rozpoznané profily a provede automaticky příslušné změny.

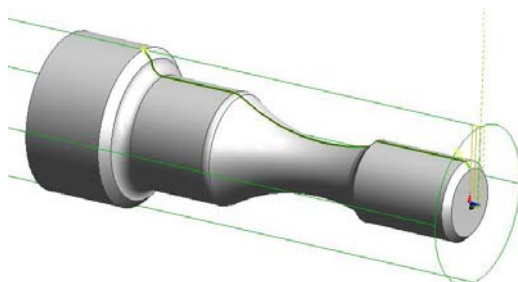
Obrábění profilu je v nabídce *Operace* nebo na příslušném panelu pod položkou *Soustružení na profil*. Edgecam čeká na vybrání profilu, který je na obrázku 3.9. Na profil je nutno klepnout v blízkosti čelní plochy.



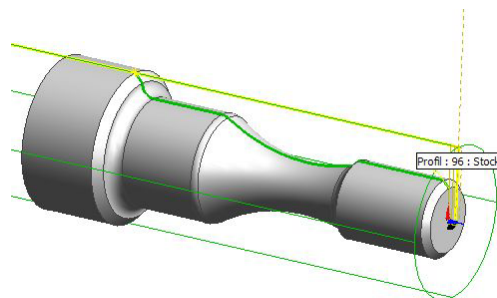
Obr. 3.9 Požadovaný profil



Po vybrání plochy Edgecam čeká na vybrání počátečního bodu pro aktivní profil. Počáteční bod je označen šipkou, koncový hvězdičkou (Obr. 3.10). Pokud byl profil vybrán dostatečně blízko čelní ploše, tak jsou tyto znaky umístěny správně a je možno potvrdit pravým tlačítkem a následně znovu pravým tlačítkem. Zobrazí se výzva k výběru *dráhy nástroje nebo profilu polotovaru* (Obr 3.11).

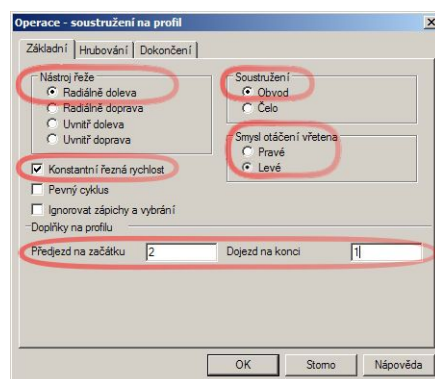


Obr. 3.10 Výběr počátečního bodu

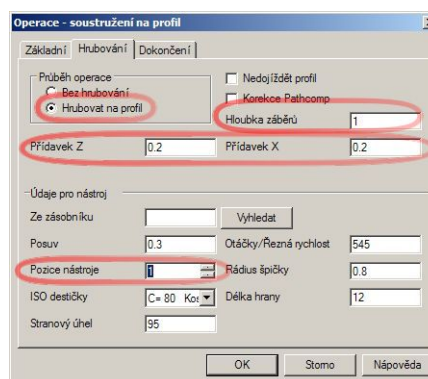


Obr. 3.11 Požadovaný profil

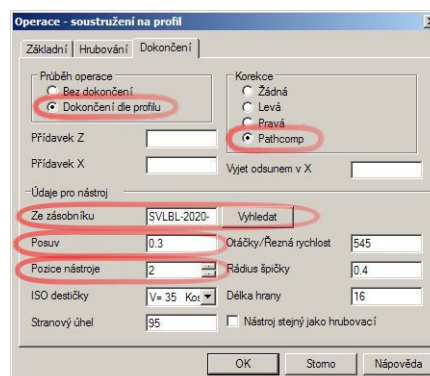
Zobrazí se dialogové okno *Operace – soustružení na profil*. Zde je potřeba nastavit základní parametry a parametry pro hrubování a dokončování podle obrázků 3.12, 3.13 a 3.14. U hrubování zůstává stejný nástroj z předchozí operace, proto stačí vybrat pozici nástroje 1 a nástroj není potřeba znovu volit (Obr. 3.13). U dokončování by stačilo zatrhnout nástroj stejný jako hrubovací, ale v našem případě je nutno zvolit nástroj SVLBL-2020-K16 0.4 - Finish Turn GC4015 a pozici nástroje nastavit na hodnotu 2 (Obr. 3.14).



Obr. 3.12 Základní nastavení

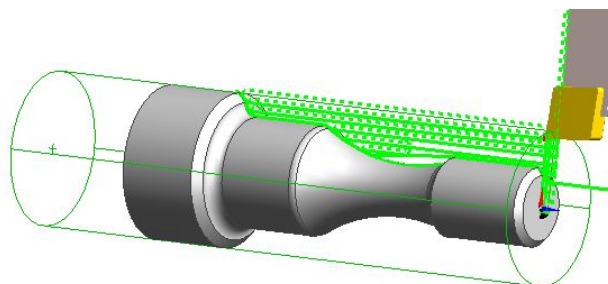


Obr. 3.13 Nastavení hrubování



Obr. 3.14 Nastavení dokončování

Po nastavení všech parametrů a potvrzení dojde k vygenerování drah nástroje. Viz Obr. 3.15.

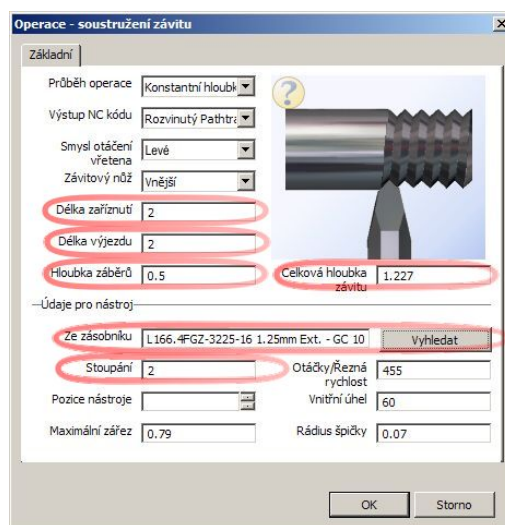


Obr. 3.15 Vygenerované dráhy nástroje

### 3.6 Výroba závitu

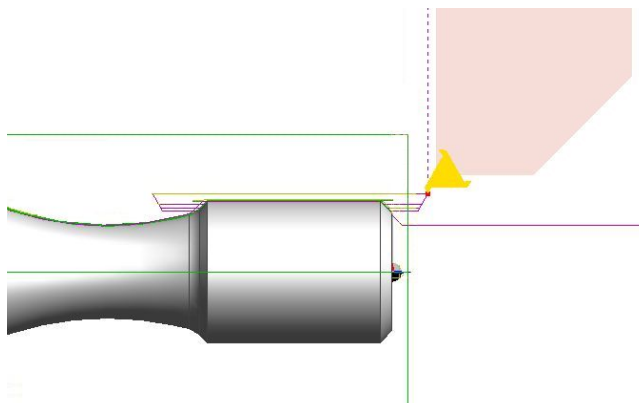
Pro obrábění závitu byla vybrána první válcová plocha. Funkce rozpoznání závitu na válcových plochách z programu Autodesk Inventor není podporována, proto veškeré nastavení musí proběhnout ručně. Nejdříve je potřeba se přepnout zpět do režimu *Design* podle kapitoly 2.2. Na velkém průměru závitu je potřeba nakreslit úsečku. V našem případě je to průměr 18 mm. Začátek a konec úsečky je zadáván pomocí souřadnic podobně jako v kapitole 3.4. Pro začátek úsečky je nutno zadat pro osu Z hodnotu 0 a pro osu X 18, je totiž zapnut průměrový režim, abychom nemuseli neustále souřadnice dělit dvěma. Pro konec Z -26 a X opět 18. Poté se přepneme do režimu *Technologie*.

V nabídce *Operace* vybereme položku *Soustružení závitu*. Poté je potřeba klepnout na úsečku poblíž začátku závitu. Poté vyplníme dialogové okno podle obrázku 3.16. Nástroj je opět možno vybrat ze zásobníku. Také se zde volí délka nájezdu a přejezdu, hloubka záběrů, stoupání a celková hloubka závitu. Tu najdeme ve Strojnických tabulkách nebo i v aplikaci Autodesk Inventor. Celkovou hloubku závitu zvolena 1,227. Poté je nutno potvrdit OK.



Obr. 3.16 Parametry soustružení závitu

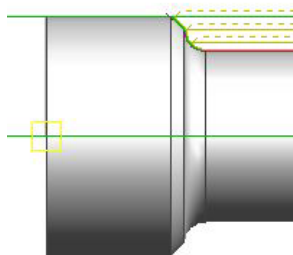
Poté bude vygenerována dráha nástroje pro vytvoření závitu. Viz Obr. 3.17



Obr. 3.17 Dráha nástroje pro vytvoření závitu

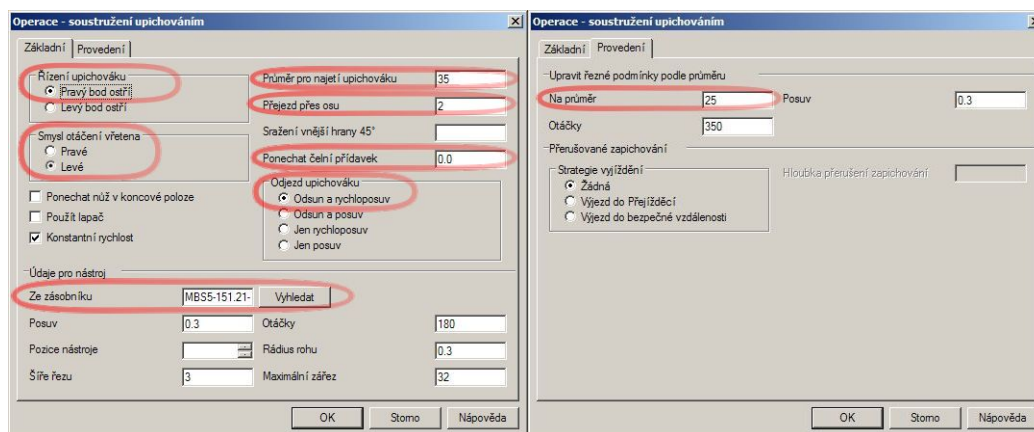
### 3.7 Upichování

Z nabídky *Operace* je nutno vybrat příkaz *Soustružení upichováním*. Poté se zobrazí výzva na vybrání místa pro upíchnutí. Výběr místa je zobrazen na obrázku 3.18. Pokud se žlutý čtverec nezobrazí hned, stačí stisknout klávesu *Tab*.



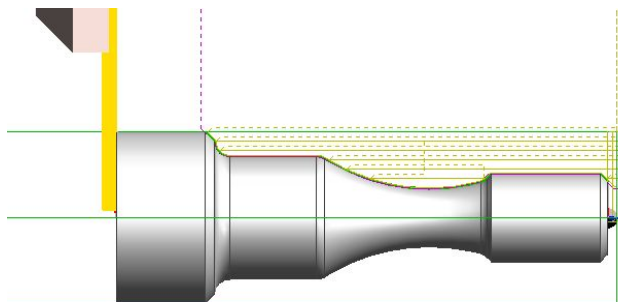
Obr. 3.18 Výběr bodu pro upíchnutí

Poté se zobrazí dialogové okno *Operace-soustružení upichováním*. V tomto okně je potřeba zadat hodnoty podle obrázku 3.19. Dále se musí vybrat ze zásobníku nástroj MBS5-151.21-30 3mm Left – GC225.



Obr. 3.19 Parametry upichování

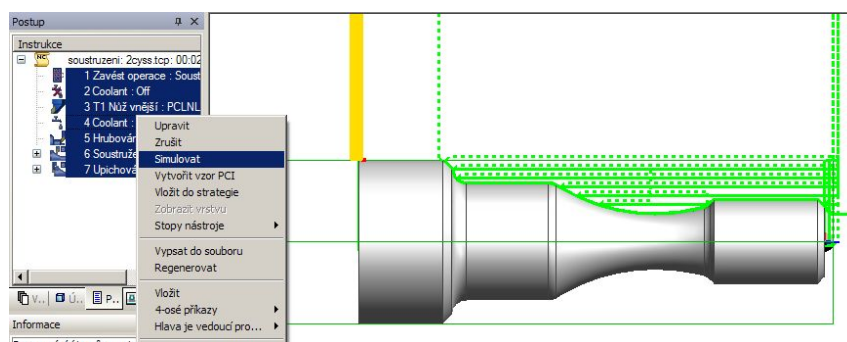
Poté se vygenerují dráhy a zobrazí se upichovací nůž. Viz Obr. 3.20.



Obr. 3.20 Upichování

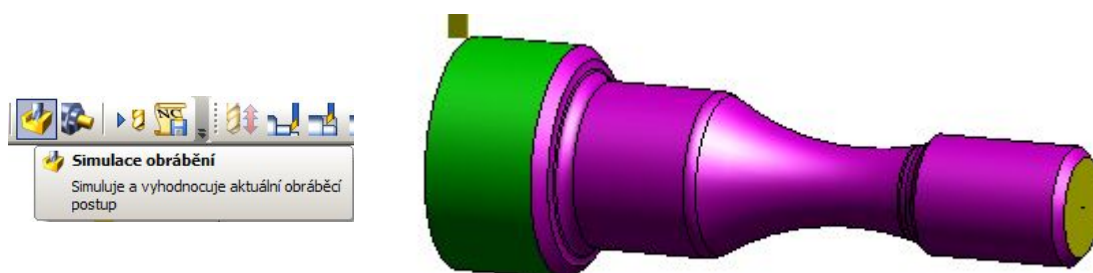
### 3.8 Simulace obrábění

Jsou rozlišovány dva druhy simulace obrábění. První je *simulace v prostředí technologie*. Druhý je použití *Simulátoru*. Pro *simulaci v prostředí technologie* stačí v panelu *sekvencí* požadovanou operaci vybrat pravým tlačítkem a klepnout na *Simulovat* (Obr. 3.21). Poté se nástroj bude pohybovat ve vytvořených drahách. Pro ovládání slouží ovládací panel, který je ve spodní části okna aplikace.



Obr. 3.21 Simulace obrábění - režim technologie

Simulátor lze spustit klepnutím na panelu *Hlavní* na tlačítko *Simulace obrábění*. V tomto režimu je vidět reálnou simulaci odebráním materiálu z výchozího polotovaru. Viz Obr.3.22. K ovládání slouží příslušná tlačítka a je zde také možnost uložit simulaci ve formě videa.



Obr. 3.22 Simulace obrábění

### 3.9 Generování NC kódu

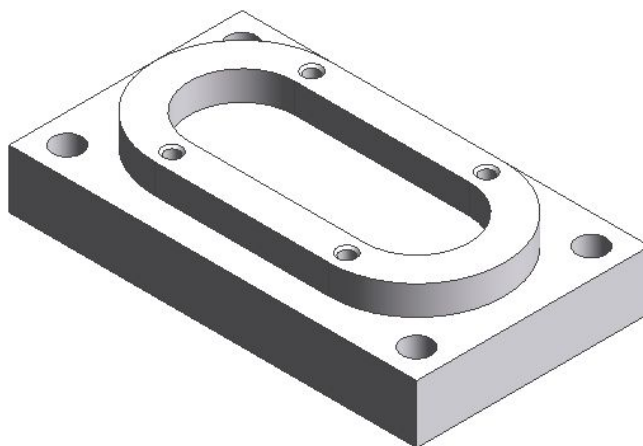
Po vytvoření všech obráběcích operací je možno přejít na generování NC kódu. Na panelu *Hlavní* stačí stisknout tlačítko *Generovat NC kód*. Ve studijní verzi tato volba není přístupná.

## 4 FRÉZOVÁNÍ

Tato kapitola se zabývá podrobným popisem základních operací pro frézování solid modelu vytvořeného v programu Autodesk Inventor.

### 4.1 Návrh součásti

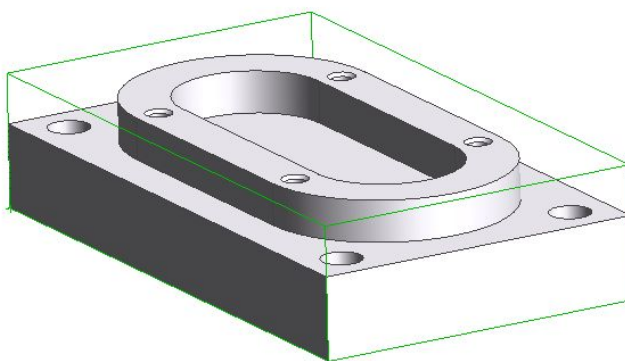
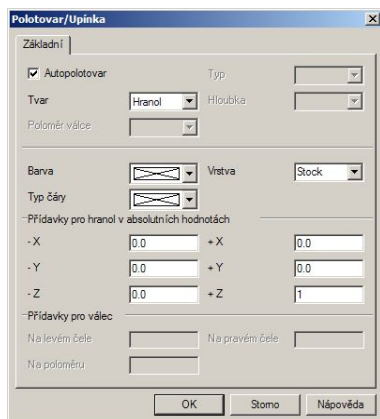
Součást byla zvolena tak, aby bylo možno jednoduše popsat základní operace, jako frézování čelní plochy, hrubování vnějšího obrysu, profilování a vrtání pole čtyř děr (Obr. 4.1). Import modelu je možno provést obdobně jako v kapitole 3.2.



Obr. 4.1 Volba součásti

### 4.2 Polotovar

Polotovar je možno vytvořit klepnutím na ikonu *Polotovar/Upínka*. V následujícím dialogovém okně je potřeba zatrhnout položku *Autopolotovar* a *Tvar Hranol* (Obr. 4.2). Poté je potřeba vybrat materiál, ke kterému se budou automaticky počítat řezné podmínky. Tato volba je v nabídce *Nastavení/Zvolit technologii*. Zde je nutno klepnout na *Vyhledat* a na záložce *Steels* vybrat materiál *Steel -150 HB*.



Obr. 4.2 Polotovar pro frézování



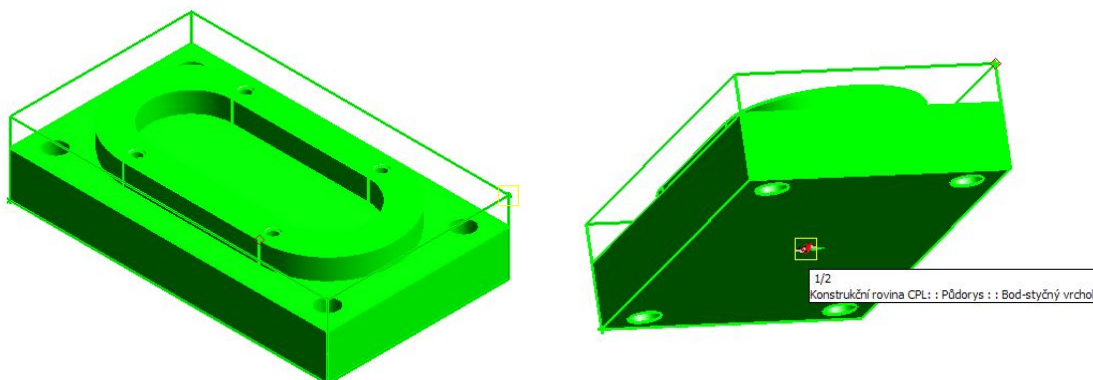
### 4.3 Polohování součásti

Polohování součásti je nutno provést zejména proto, aby byla poloha nulového bodu, tam kde je potřeba a to v pravém horním rohu plochy polotovaru. Polohování se provede přesunutím součásti i s polotvarem do počátku souřadného systému příkazem *Transformace modelu – Posun* (viz Obr. 4.3)



Obr. 4.3 Posun tělesa

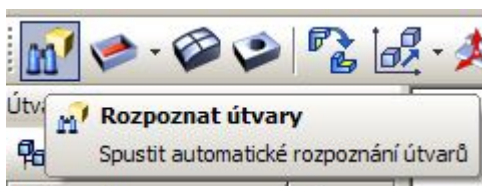
V následujícím dialogovém stačí zatrhnout volbu *Dynamicky* a potvrdit OK. Potom je potřeba vybrat prvky k transformaci a to součást i polotovar a potvrdit pravým tlačítkem myši. Na výzvu *Bod pro určení počátku* stačí klepnout do pravého horního rohu polotovaru. Nyní stačí vybrat *Cílový bod* klepnutím do počátku souřadného systému, viz Obr. 4.4.



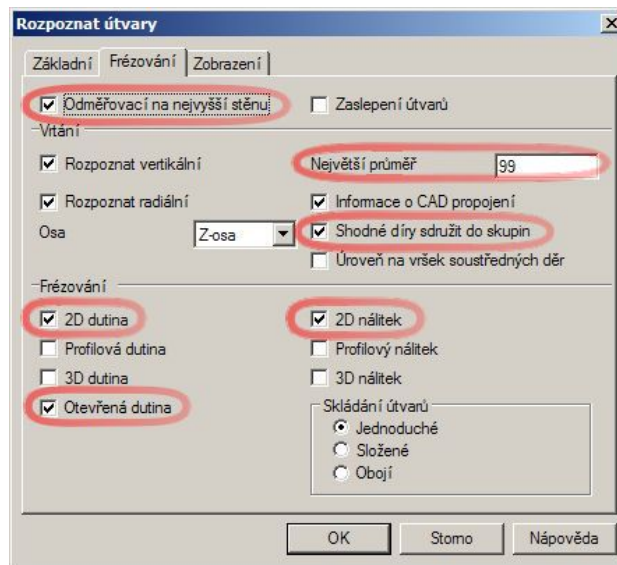
Obr. 4.4 Výběr počátečního a cílového bodu posunutí

### 4.4 Rozpoznání útvarů pro obrábění

Tato volba je na panelu *Objemové modely* pod tlačítkem *Rozpoznat útvary* (Obr 4.5). Po klepnutí se zobrazí dialogové okno *Rozpoznat útvary*, které je potřeba nastavit podle Obr. 4.6.

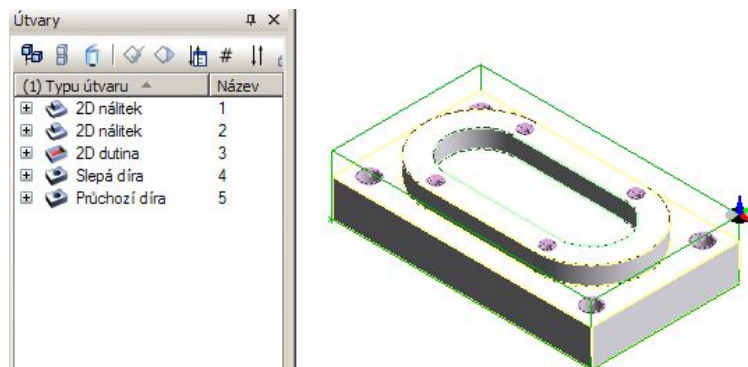


Obr. 4.5 Rozpoznat útvary



Obr. 4.6 Dialogové okno Rozpoznat útvary

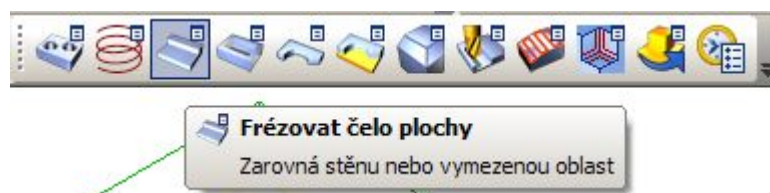
Po potvrzení tlačítkem OK se zobrazí nalezené prvky součásti (Obr. 4.7).



Obr. 4.7 Nalezené prvky součásti

## 4.5 Frézování čelní plochy

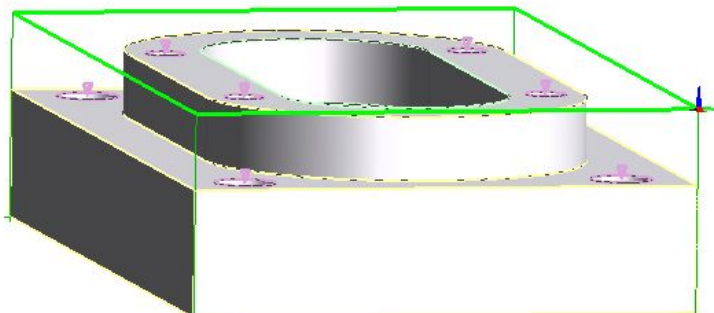
Z panelu nástrojů Operace je nutno vybrat položku *Frézovat čelo plochy* (Obr. 4.8).



Obr. 4.8 Frézovat čelo plochy

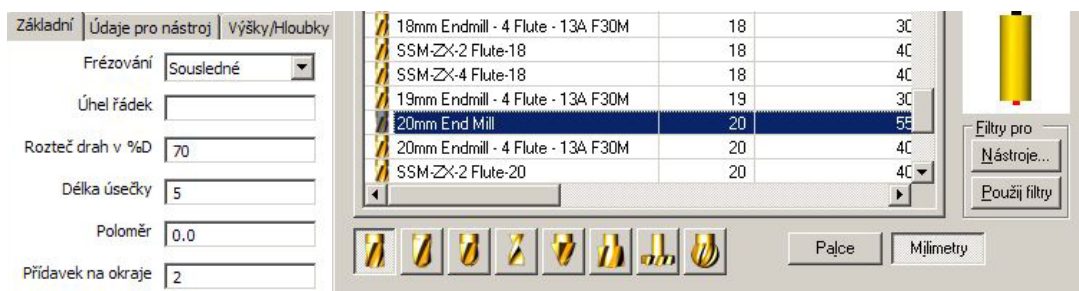


Ve stavovém řádku se zobrazí výzva k výběru uzavřeného profilu pro obrábění. Stačí poklepat na hranu horní plochy polotovaru a zbytek obrysu horní plochy polotovaru se automaticky vybere též. (Obr. 4.9).



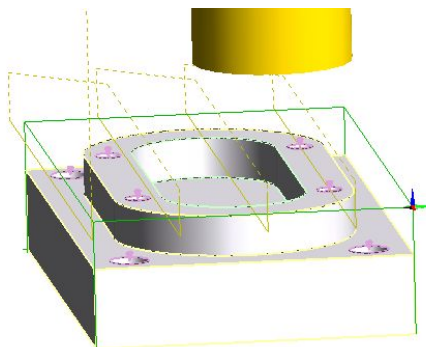
Obr. 4.9 Výběr profilu pro obrábění

Poté je nutno potvrdit pravým tlačítkem myši. Následně se zobrazí dialogové okno *Frézovat čelo plochy* (Obr. 4.10). Na záložce *Údaje pro nástroj* i je nutno klepnout na tlačítko *Vyhledat*. Zobrazí se okno výběr nástroje, ve kterém je potřeba zvolit nástroj válcovou frézu *20mm End Mill* a potvrdit tlačítkem *Zvolit*.



Obr. 4.10 Frézovat čelo plochy a výběr nástroje

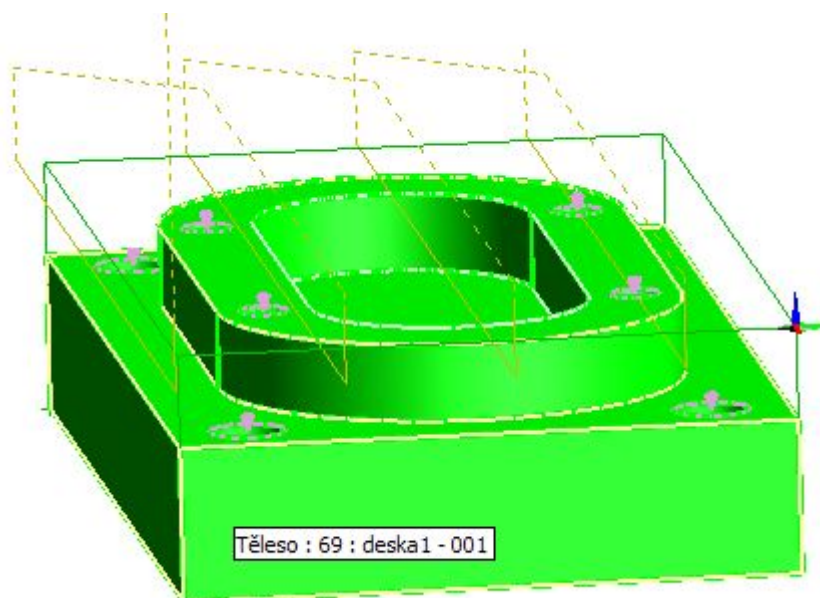
Na záložce *Výšky/Hloubky* je potřeba nastavit *Přejížděcí* na hodnotu 5 a *Cílovou hloubku* na -1 a potvrdit tlačítkem *OK*. Následně dojde k vygenerování dráhy nástroje (Obr. 4.11).



Obr. 4.11 Dráha nástroje - čelní plocha

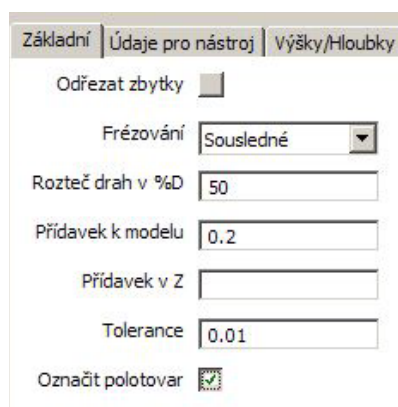
## 4.6 Hrubování

Pro hrubování je nutno vybrat z panelu nástrojů *Operace* položku *Frézovat hrubováním*. Po výzvě *Výběr geometrie k obrábění* je potřeba vybrat celé těleso a potvrdit pravým tlačítkem myši (Obr. 4.12). Další výzva se musí také potvrdit pravým tlačítkem.



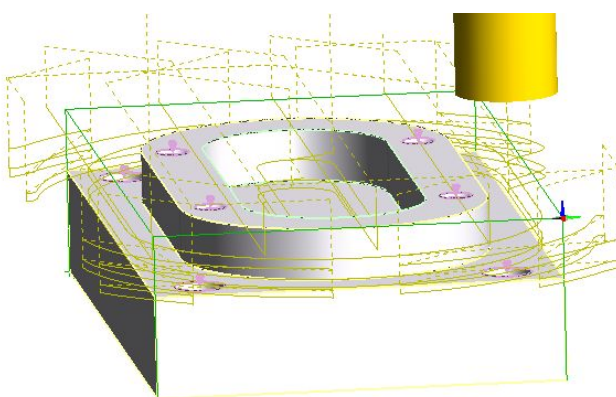
Obr. 4.12 Výběr geometrie

Následně se zobrazí dialogové okno *Operace – frézovat hrubováním*. Nastavení záložky *Základní* je na Obr. 4.13.



Obr. 4.13 Hrubování - záložka Základní

Na záložce *Údaje pro nástroj* je potřeba klepnout na *Vyhledat* a podobně jako na obrázku 4.10 vybrat nástroj - tentokrát *10mm End Mill*. Pozici nástroje je nutno nastavit na 2. Na záložce *Výšky/Hloubky* budou hodnoty *Přejížděcí* 5, *Odměrovací a Cílová* hloubka 0 a *Hloubka záběrů* 2. Po klepnutí na OK je potřeba vybrat polotovár stejně jako na Obr. 4.9. Poté bude vygenerována dráha nástroje (Obr.4.14).



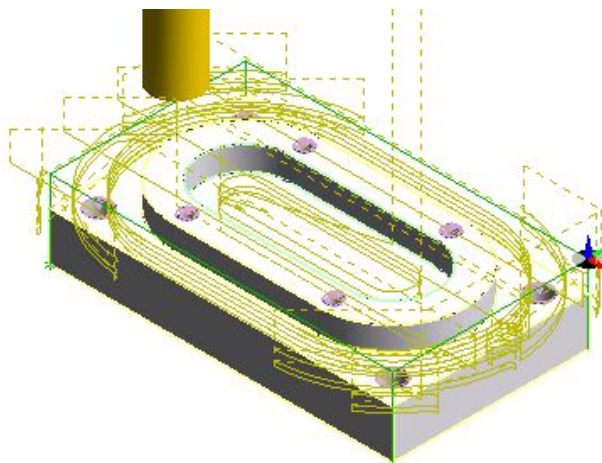
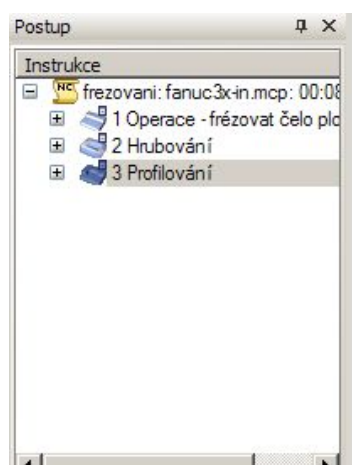
Obr. 4.14 Hrubování - dráha nástroje

## 4.7 Profilování

Pro profilování je nutno vybrat z panelu nástrojů *Operace* položku *Frézovat profilováním*. Poté se zobrazí výzva pro výběr profilu. Po vybrání je nutno potvrdit dvakrát pravým tlačítkem myši. Následně se zobrazí dialogové okno Frézování profilování, které se vyplní podle Obr. 4.15. Po potvrzení tlačítkem OK dojde vygenerování dráhy nástroje (Obr. 4.16).

Základní	Údaje pro nástroj	Výšky/Hloubky
Frézování: Sousedné	Posuv: 439.268	Přejezdy: 5.0
Tolerance: 0.05	Přisuv: 219.634	Odměřovací: 0.0
Přídavek k modelu: 0	Otáčky: 3660.56	Cílová hloubka: 0.0
Přídavek v Z: 0	Pozice nástroje: 2	Hloubka záběrů: 1.0
Přídavek v XY:	Průměr: 10	Výška příčné drsnosti: 0
Volba korekce: Žádná	Poloměr rohu:	
Poloměr: 3	Ze zásobníku:	

Obr. 4.15 Profilování - nastavení záložek



Obr. 4.16 Profilování - dráha nástroje

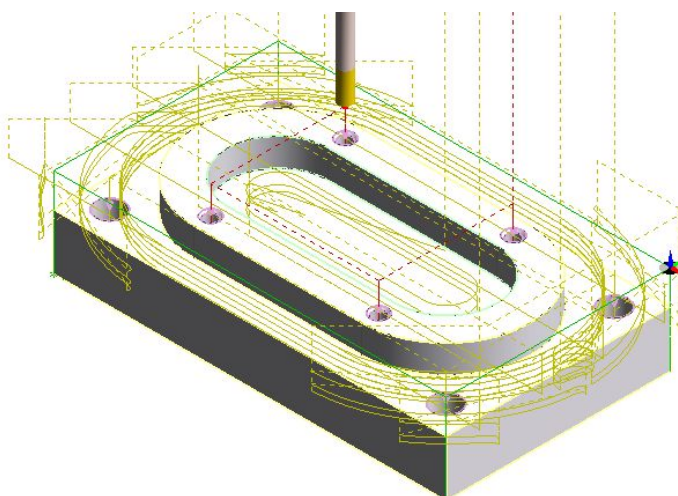
## 4.8 Vrtání děr

Díry byly při rozpoznání útvarů sdruženy do skupin. Každé čtyři shodné díry jsou tedy vedeny jako jeden útvar. Pro vrtání děr je nutno vybrat z panelu nástrojů *Operace* položku *Obrábění děr*. Poté stačí najet kurzorem nad střed jedné z děr a až se zvýrazní, tak jej vybrat levým tlačítkem a potvrdit pravým tlačítkem myši. Nejdříve budeme obrábět průchozí díry. Nastavení dialogového okna *Obrábění děr* je na obrázku 4.17. Po potvrzení dojde k vygenerování drah nástroje. Viz Obr. 4.18.

Základní	Navrtat (středit)	Zahloubení	Hi	Základní	Navrtat (středit)	Zahloubení	Hrubování
Přejížděcí	5			Průběh operace	Vrtat		
Asociována k	Útvaru			Hloubka útvaru	-10		
Najížděcí				Hloubka	0.0		
Odměřovací rovina	0.0			Čas prodlevy			
Zakončení díry	Průchozí			Hloubka záběrů			
Pořadí vrtání děr	Nejbližší			Vyjíždět mezi záběry			
Indexní CPL	<Žádný>			—Údaje pro nástroj—			
				Ze zásobníku	Coromant 5mm		
				Přisuv	1375.1	Otáč	
				Pozice nástroje		Prior	
				Průměr útvaru	5		

Obr. 4.17 Obrábění děr

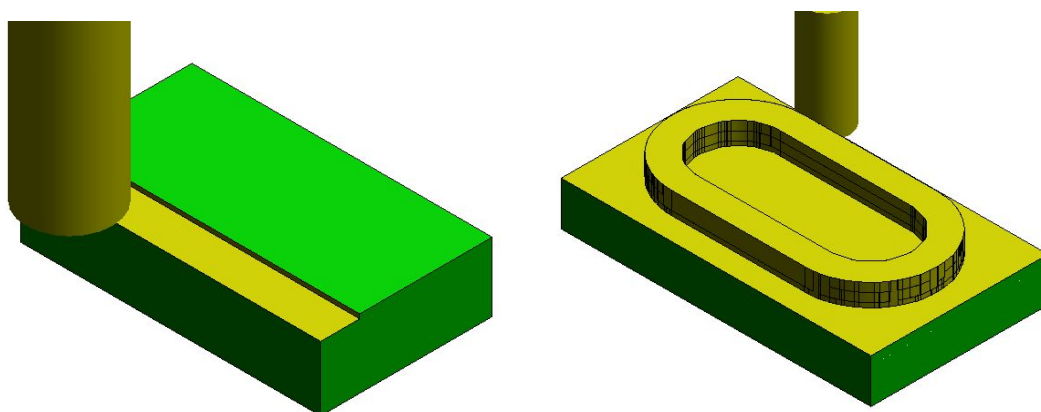
Pro vyvrtání slepých děr se postup opakuje s tím rozdílem, že u položky *Zakončení díry* bude vybráno *Slepá* a ze zásobníku bude vybrán nástroj příslušného průměru.



Obr. 4.18 Obrábění děr - dráha nástroje

#### 4.9 Simulace obrábění

Pro *simulaci v prostředí technologie* stačí v panelu *sekvencí* požadovanou operaci vybrat pravým tlačítkem a klepnout na *Simulovat* obdobně jako v kapitole 3.8. Poté se nástroj bude pohybovat ve vytvořených drahách. Pro ovládání slouží ovládací panel, který je ve spodní části okna aplikace. Simulátor se dá vyvolat klepnutím na panelu *Hlavní* na tlačítko *Simulace obrábění*. V tomto režimu je vidět reálnou simulaci odebráním materiálu z výchozího polotovaru. Viz Obr. 4.19. K ovládání slouží příslušná tlačítka a je zde také možnost uložit simulaci ve formě videa.



Obr. 4.19 Simulace obrábění

#### 4.10 Generování NC kódu

Po vytvoření všech obráběcích operací je možno přejít na generování NC kódu. Na panelu *Hlavní* stačí stisknout tlačítko *Generovat NC kód*. Ve studijní verzi tato volba není přístupná.

## ZÁVĚR

Na trhu v dnešní době zatím neexistuje žádná literatura, která by se programem Edgecam zabývala. Proto tato práce ukázala, jakým způsobem je možno tento software ovládat. Dopodrobna bylo rozebráno jak základní nastavení aplikace, tak i jednotlivé dílčí kroky pro soustružení a frézování. Ovládání programu Edgecam by s využitím této bakalářské práce nemělo činit problémy ani začátečníkům. Základní znalosti ovládání počítače, ale i podobných CAD/CAM systémů, jsou však vyžadovány.

Program Edgecam je vyspělý CAD/CAM systém, který má bohaté uplatnění ve strojírenské výrobě jak pro soustružení, tak i pro frézování. Jeho prostředí je velmi uživatelsky přívětivé a propojení do různých aplikací z něj dělá výkonný nástroj. Každoroční nové verze jistě prozrazují, že za vývojem stojí tým lidí, který dokáže s každou novou verzí posunout tento program o krok dopředu.

Nevýhodou jsou velmi vysoké nároky na hardware, které však každý musí před pořízením jakéhokoli moderního softwaru vždy pečlivě zvážit.



**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. Planit Software Limited, Edgecam User Guide. [CD], 1988 – 2008.
2. LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. Strojnické tabulky 3. dopl. vyd. Praha : Scientia, 1999. 985 s. ISBN 80-7183-164-6
3. ŘEZNÍČEK, Ladislav, FINK, Milan. EdgeCAM : základy programování CNC obráběcích strojů a sbírka řešených příkladů [online]. říjen 2005, Poslední změna: Středa 28.12.2005 08:35 [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.spstrutnov.cz/o-skole/projekty/programovani-cnc-edgecam/edgecam.pdf>>
4. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha:Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.